

图 1 原设计边坡横断面图(单位:m)

利用锚杆锚索加固坡面,确保电塔附近边坡稳定。

1.2 边坡施工期间设计变更情况

2017 年 5 月中下旬,该路段边坡施工完第三级边坡,第二级边坡刷坡完成进行锚索格梁施工期间,受降雨影响发生滑塌。根据补充地质勘察及现场地质调绘资料,滑坡处于微地貌上,该处为冲沟地形,利于松散坡积物堆积,且是降雨过程中主要汇水地带,在雨水浸润、渗透及冲刷作用下,易形成崩塌或滑坡,引起边坡垮塌。

根据边坡地质情况,对该段路堑边坡采用放缓坡率、增设锚杆格梁和锚索框架梁等进行加固,其中主滑坡段 K438+450—670 段(即运营期第一、第二

级边坡再次发生滑塌段)采用部分卸载+抗滑桩进行加固,最大边坡高度约 33.9 m,第一级坡率为 1:1,第二至第四级坡率为 1:1.25;第二级平台宽 4 m,各级边坡高 8 m;第一、第二级坡面采用锚杆格梁加固,在第二级平台设锚索抗滑桩;第三至第四级坡面采用锚杆格梁加固,并在边坡开口线外 28 m 处及电塔下边坡 16 m 范围采用微型桩加固,确保电塔(电塔后期经电网综合改造,与边坡开口线的距离约 120 m)的安全(见图 2)。

1.3 运营期间边坡滑塌情况

该高速公路运营期间,K438+525—565 段右侧路堑边坡发生滑塌,滑坡呈簸箕形,侧界清晰,坡

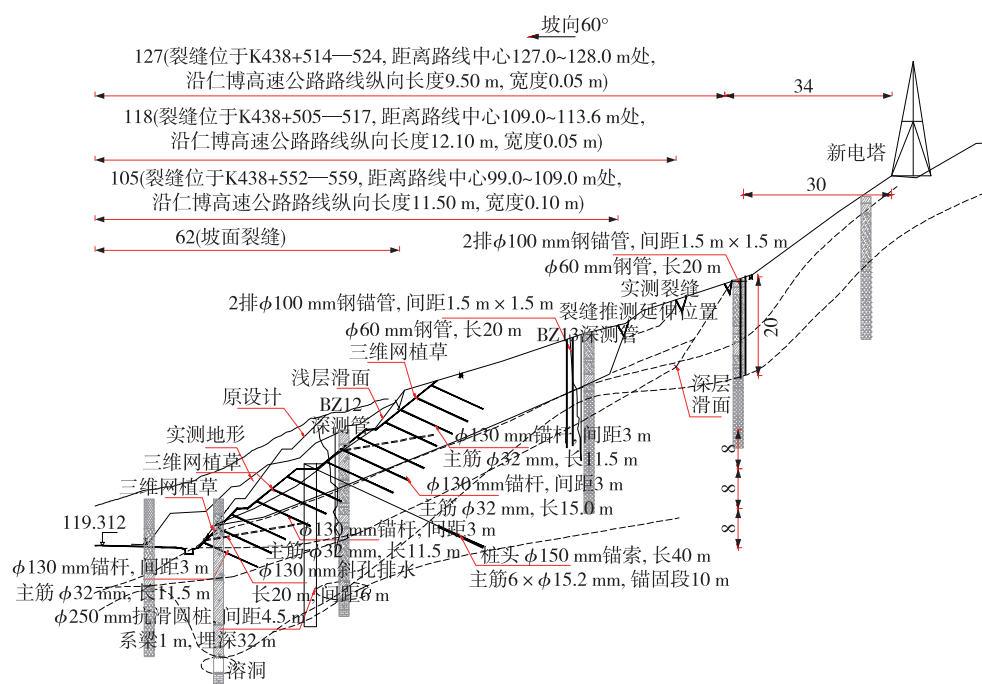


图 2 施工期间主滑坡段处置剖面图(单位:m)

顶后缘、剪出口明显,滑坡变形主要发生在第一、第二级边坡。后缘位于第二级边坡平台抗滑桩冠梁外缘,前缘进入坡面,裂缝总弧长约 30 m、宽 1~5 cm;滑塌体下挂高度约 4 m,前缘剪出口位于第一级边坡下部约 4 m 高处,剪出口宽约 16 m,总滑塌土体约 1 000 m³,导致第一、第二级坡面约 30 m 范围锚杆格梁下滑失稳、滑塌体下部部分土体液化并不断流淌溢出、部分土体滑落到边沟中(见图 3)。

2 地质概况

2.1 地形、地貌

该路段地处低缓丘陵,地形起伏较大,坡体地面标高为 106.0~142.0 m,自然坡角最大约 25°;山体

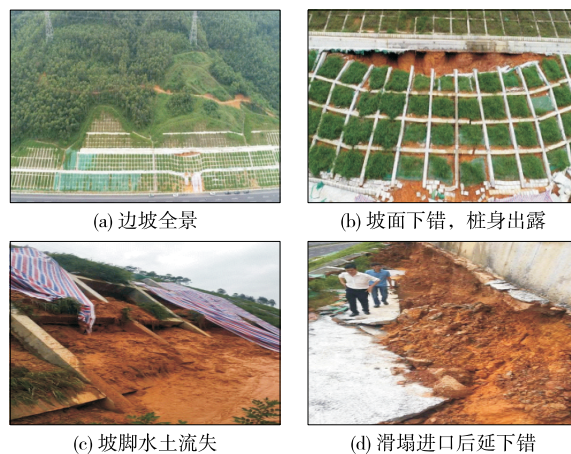


图 3 运营期间边坡滑塌现场

植被发育,生长龙眼树、松树及各种灌木、蕨类植物;K438+510 右侧 160 m 山顶处有一座 220 kV 高压线塔。

2.2 地层岩性

边坡土体主要由第四系坡残积粉质黏土、碎石土和泥盆系砂岩为主,个别钻孔揭示下覆石炭系灰岩及风化层。坡脚主要出露为粉质黏土,3.0 m 以上呈褐黄色,3.0 m 以下呈褐红色,湿,可塑,土质不均,含少量碎石,大部分厚度为 0.5~18.0 m,该层局部夹饱水软塑状粉质黏土,为边坡范围分布的软弱土层^[8]。

2.3 水文地质条件

所在地区气候温和,雨量充沛,地表径流对坡面、坡脚的冲刷较大。大气降水为地下水主要补给来源。地下水主要为孔隙水及基岩裂隙水,前者主要赋存于第四系松散层中,含水量随季节变化;后者赋存于岩石裂隙中,其透水性及赋水性极不均匀。地下水以侧向渗流的形式向沟谷排泄或蒸发。

边坡滑塌病害与降雨关系密切^[9]。该边坡坡面存在 2~3 条自然冲沟,雨季冲沟的汇水量较大,同时雨季地下水位较高,对边坡稳定性产生较大不利影响。地下稳定水位高程及埋深见表 1。

表 1 地下稳定水位高程及埋深

项目	水位高程/m	水位埋深/m
区间上限	161.45	3.20
区间下限	122.88	22.20
平均/m	136.73	12.86

3 滑塌机制分析

3.1 外在因素

滑坡所处位置在微地貌上属于冲沟地形,有利于松散坡积物的堆积,且在降雨过程中为一个主要汇水地带,在雨水浸润、渗透及冲刷作用下,易形成抗滑桩桩间土失稳、桩前土滑塌。

3.2 内在因素

该路堑边坡主要由坡积土、残积土、强风化泥质粉砂岩、泥岩等构成,结构松散,局部黏粒含量较高,在雨水对土体充分饱和后,其凝聚力降低,在强降雨冲刷作用下边坡发生变形、失稳。同时坡残积土的沉积层理面、坡残积土与基岩面的接触面发育,且两者的倾向与边坡的倾向几乎一致,为地表潜水流动

提供了极好的渗流通道,具备了滑坡发生的基础条件,这是导致该边坡变形、失稳的主要内在因素。

该边坡经过前期切坡挖方等一系列工程活动,斜坡结构、坡度与排水通道发生改变,在强降雨作用诱发下,雨水冲刷坡体表面物质,渗透软化、侵蚀坡内岩土体,造成坡体岩土体黏聚力显著降低,导致坡洪积的碎石粉质黏土层由坡面产生崩塌,进而引起后侧土体阶梯状牵引式层级滑塌。

4 滑塌处置方案

根据现场勘察及调查,该路堑边坡第二级平台处的抗滑桩未发生位移,处于稳定状态。控制边坡稳定的主要因素是地下水,故对该边坡的处置方式以排水为主,同时对坡面、坡脚进行加固处理。处置方案如下:增加坡面深层排水管,减轻水的侵害;增设坡体钢锚管注浆,加强坡面土体的整体稳定性;增设坡脚钢锚杆及坡脚混凝土护脚墙,提高坡脚的抗滑支撑力;在滑塌段抗滑桩外增设锚索挂板,确保抗滑桩后土体的稳定性;对滑塌段前后相邻段第一、第二级坡面增设锚索地梁,加强坡体的整体稳定性。该处置方案分两阶段实施,第一阶段为临时措施,主要对边坡进行反压处理,对地表水进行截流导排、增加深层排水管等,防止滑塌病害继续发展;第二阶段为集中处置,分别对滑塌段及前后相邻段边坡进行加固处理。

4.1 临时措施

第一阶段临时措施主要对边坡进行反压处理,具体措施如下:

(1) 对 K438+530—560 段滑塌体采用 6 m 高沙包进行反压保护,同时采用帆布遮盖,遮盖面覆盖坡顶至坡脚范围。前后相邻段即 K438+460—530、K438+560—587 段采用 3 m 高沙包进行反压保护。

(2) K438+460—587 段第一至第三级边坡根据坡面渗水情况加密倾斜式泄水孔,泄水孔间距不大于 3 m。

(3) 对第一、第二级边坡平台及平台截水沟已出现的裂缝采用砂浆进行封闭,对已损毁的排水系统进行恢复。

(4) 对第一、第二、第三级边坡坡脚至第一个格梁横梁底部的部分进行混凝土硬化,防止继续被雨水冲刷。

(5) 由专业监测单位增设深层测斜管、地表位移监测点,对边坡进行动态监控。

图 5 相邻加强段处置剖面图(K438+520,单位:m)

